





日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年12月17日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第359273号

出 願 人

Applicant (s):

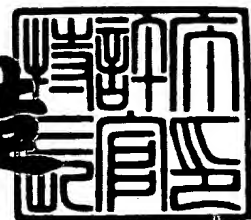
松下電子工業株式会社

RECEIVED  
MAR 30 2001  
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年 1月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3113139

【書類名】 特許願

【整理番号】 2924010002

【提出日】 平成11年12月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 29/78

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町 1 番 1 号 松下電子工業株式会社内

    【氏名】 野田 正明

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町 1 番 1 号 松下電子工業株式会社内

    【氏名】 生田 晃久

【特許出願人】

    【識別番号】 000005843

    【氏名又は名称】 松下電子工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100097445

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103355

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

    【識別番号】 100109667

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 011316

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809939

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高耐圧半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 導電型の半導体基板上に形成された第 2 導電型の半導体領域と、

前記半導体領域の中央部に形成された第 2 導電型のドレイン拡散領域と、

前記ドレイン拡散領域から離間され且つそれを包囲するように前記半導体領域内に形成された第 1 導電型のボディ拡散領域と、

前記ボディ拡散領域内に形成された第 2 導電型のソース拡散領域と、

前記ボディ拡散領域上のゲート酸化膜の上に形成されたゲート電極と、

前記ボディ拡散領域と前記ドレイン拡散領域との間の前記半導体領域上に形成された厚い酸化膜と、

前記ドレイン拡散領域と電氣的に接続された金属電極と、

前記ドレイン拡散領域から離間し且つそれを包囲するように前記酸化膜上にフローティング状態で形成された複数のプレート電極と、

前記酸化膜および前記複数のプレート電極の上に形成された層間絶縁膜とを具備し、

前記複数のプレート電極直上の前記層間絶縁膜それぞれの上まで前記金属電極を延在させて、前記複数のプレート電極と前記金属電極とを容量結合させたことを特徴とする高耐圧半導体装置。

【請求項 2】 第 1 導電型の半導体基板上に形成された第 2 導電型の半導体領域と、

前記半導体領域の中央部に形成され且つ平面形状が円形状またはその類型となるように形成された第 2 導電型のドレイン拡散領域と、

前記ドレイン拡散領域から離間され且つ平面形状が前記ドレイン拡散領域と同心円となるような円環状またはその類型となるように前記半導体領域内に形成された第 1 導電型のボディ拡散領域と、

前記ボディ拡散領域内に形成され且つ平面形状が円環状またはその類型となるように形成された第 2 導電型のソース拡散領域と、

前記ボディ拡散領域上のゲート酸化膜の上に形成されたゲート電極と、  
 前記ボディ拡散領域と前記ドレイン拡散領域との間の前記半導体領域上に形成された厚い酸化膜と、  
 前記ドレイン拡散領域と電氣的に接続された金属電極と、  
 前記ドレイン拡散領域側の前記ゲート酸化膜の上に形成されたゲート電極と、  
 前記ドレイン拡散領域から離間し且つそれを包囲するように前記酸化膜上にフローティング状態で形成された複数のプレート電極と、  
 前記酸化膜および前記複数のプレート電極の上に形成された層間絶縁膜とを具備し、  
 前記複数のプレート電極直上に在る前記層間絶縁膜の上まで前記金属電極を延在させて、前記複数のプレート電極と前記金属電極とを容量結合させたことを特徴とする高耐圧半導体装置。

【請求項 3】 平面形状が円形状のドレイン拡散領域と同心円となるような円環状またはその類型となるように形成された複数のプレート電極と、前記複数のプレート電極の上に層間絶縁膜を介してそれぞれ形成された複数の環状金属電極とを有し、前記複数の環状金属電極の全てを前記ドレイン拡散領域と電氣的に接続したことを特徴とする請求項 2 記載の高耐圧半導体装置。

【請求項 4】 環状金属電極の横幅をプレート電極の横幅の  $1/4 \sim 2/3$  の範囲にしたことを特徴とする請求項 3 記載の高耐圧半導体装置。

【請求項 5】 複数の環状金属電極のうち各環状金属電極の横幅を、ドレイン拡散領域から遠くなるほど狭くすることを特徴とする請求項 3 記載の高耐圧半導体装置。

【請求項 6】 複数のプレート電極直下の半導体領域上に第 1 導電型の複数のガードリング領域を形成したことを特徴とする請求項 2 ～ 請求項 5 の何れかに記載の高耐圧半導体装置。

【請求項 7】 平面形状が円形状のドレイン拡散領域と同心円となるような円環状またはその類型となるように、複数のプレート電極直下の半導体領域にそれぞれ第 1 導電型の複数のガードリング領域を形成したことを特徴とする請求項 6 記載の高耐圧半導体装置。

【請求項 8】 半導体領域を包囲するように第 1 導電型の分離拡散領域を形成して、前記半導体領域を接合分離したことを特徴とする請求項 2 ～請求項 7 の何れかに記載の高耐圧半導体装置。

【請求項 9】 半導体領域を包囲するように分離用の酸化膜を形成して、前記半導体領域を絶縁分離したことを特徴とする請求項 2 ～請求項 7 の何れかに記載の高耐圧半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は高い信頼性が得られる高耐圧半導体装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の高耐圧半導体装置について、図面を用いながら説明する。図 1 1 は、絶縁ゲート型トランジスタの断面構造を説明するための断面斜視図である。

【0 0 0 3】

図 1 1 において、1 は P 型の半導体基板、2 は低濃度の N 型不純物で形成された半導体領域、3 は素子間を電氣的に分離する P 型の分離拡散領域、4 は P 型不純物で形成されたボディ拡散領域、5 は高濃度の N 型不純物で形成されたソース拡散領域、6 は高濃度の N 型不純物で形成されたドレイン拡散領域、7 は薄い膜厚で形成されたゲート酸化膜、8 は厚い膜厚で形成された酸化膜、9 は層間絶縁膜、1 0 b, 1 1 b, 1 2 b はポリシリコン製の電極であり、そのうちの 1 0 b はゲート電極、1 1 b は電氣的にフローティングとなっているプレート電極、1 2 b はドレイン用金属電極 1 5 と接続されたプレート電極である。そして、1 3, 1 4, 1 5, 1 6, 1 7 は金属製の電極であり、そのうちの 1 3 はボディ拡散領域 4 と接続するためのボディ用金属電極、1 4 はソース拡散領域 5 とコンタクトをとるためのソース用金属電極、1 6 及び 1 7 は電氣的にフローティングとなっているフローティング金属電極、1 5 はドレイン拡散領域 6 にコンタクトをとるためのドレイン用金属電極である。また、1 8 は表面保護膜、1 9 は封止用樹脂である。図 1 1 は構造を見やすくする為に表面保護膜 1 8、封止用樹脂 1 9 は

記載していない。

#### 【0004】

この絶縁ゲート型トランジスタの構造は、図 1 1 に示すように、P 型の半導体基板 1 上に形成された N 型の半導体領域 2 の所定領域を P 型の分離拡散領域 3 で取り囲み、その半導体領域 2 のほぼ中央にドレイン拡散領域 6 を形成し、半導体領域 2 の周縁にある P 型の分離拡散領域 3 に沿って P 型のボディ拡散領域 4 を形成し、そのボディ拡散領域 4 内に N 型のソース拡散領域 5 を形成している。ソース用金属電極 1 4、ボディ用金属電極 1 3、半導体基板 1 及び分離拡散領域 3 には GND 電位が与えられ、且つドレイン用金属電極 1 5 には正の高電位が与えられ、ゲート電極 1 0 b には制御電圧が与えられる。ドレイン拡散領域 6 と接続されたプレート電極 1 2 b 及びプレート電極 1 1 b は、フィールドプレートの一種であり、その上に形成された層間絶縁膜 9 の更に上に形成されるフローティング金属電極 1 6、1 7 との容量結合によって、ドレイン用金属電極 1 5 からゲート電極 1 0 b までの電位を分圧して、半導体領域 2 表面の電位分布が局部的に集中しないように配慮されている。

#### 【0005】

そして、しきい値以上の正電位（制御電圧）がゲート電極 1 0 b に与えられると、ゲート電極 1 0 b 直下の P 型のボディ拡散領域 4 の表面近傍が N 型に反転することによって、いわゆるチャネル領域が生じ、絶縁ゲート型トランジスタは導通する。この時の導通電流は、ドレイン拡散領域 6 から半導体領域 2、ボディ拡散領域 4 表面のチャネル領域を経由してソース拡散領域 5 に至るように流れる。逆に、ゲート電極 1 0 b に与える電圧をしきい値電圧以下にすると、チャネル領域が小さくなり、絶縁ゲート型トランジスタは非導通になる。ここでは、トランジスタが非導通状態を維持することを耐圧と定義し、高いバイアス電圧で非導通状態を維持することを高耐圧と定義する。

#### 【0006】

図 1 2 は、図 1 1 に示される高耐圧半導体装置における寄生容量を示す図である。又、図 1 3 は図 1 1 の高耐圧半導体装置に高電圧（600 V）を与えた時の電位分布を示す図であり、各電位毎の等電位線を破線で示している。



## 【0007】

図12に示す従来の絶縁ゲート型トランジスタは、ゲート電極10bとフローティング金属電極17との間の寄生容量C1と、フローティング金属電極17とプレート電極11bとの間の寄生容量C2と、プレート電極11bとフローティング金属電極16との間の寄生容量C3と、フローティング金属電極16とドレイン電位に接続されたプレート電極12bの間の寄生容量C4とが存在する。そして、これらの寄生容量C1～C4による直列接続回路の分圧作用により、プレート電極11bの電位を設定して、半導体領域2に適度な電位分布を与えている。なお、図12中の封止用樹脂19との間に生じる寄生容量C5とC6については、通常は存在しないものと考えられるものであり、その事については後述する。

## 【0008】

次に、常温時における従来の高耐圧半導体装置の電位分布について、シミュレーションで得られた電位分布図である図13を参照しながら説明する。

## 【0009】

図13に示すシミュレーション結果は、P型の半導体基板1、P型の分離拡散領域3、P型のボディ拡散領域4およびN型のソース拡散領域5に0(V)を与え、ゲート電極10bに0(V)を与え、N型のドレイン拡散領域6に600(V)を与えた例で示し、等電位線を破線で示している。なお、ゲート電極10bに与えられる制御電圧は10(V)前後の値であるが、ドレイン用金属電極15に与えられる600(V)と比べると極めて小さく、0(V)でも10(V)でもほぼ同様のシミュレーション結果となり、便宜上0(V)でシミュレーションしても何らの支障はない。

## 【0010】

図13に示すように、プレート電極12bにドレイン領域5と同じ600(V)の高電位が与えられ、プレート電極11bに600(V)と0(V)との中間電位が与えられることにより、半導体領域2内の電位分布は、等電位線が横方向に対してほぼ垂直となり、且つほぼ等間隔になる。このため、半導体領域2内の電界集中が緩和され、高耐圧の特性が維持される。

## 【0 0 1 1】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、例えば、500（V）以上の高電圧、例えば600（V）をドレイン用金属電極15に印加したまま、周囲温度150℃の高温状態で動作させるとソース・ドレイン間耐圧（ソース用金属電極14とドレイン用金属電極15との間の耐圧）が劣化するという問題があった。この現象は、高温バイアス試験という寿命試験で再現でき、ドレイン用金属電極15の印加電圧を大きくするとその耐圧劣化が顕著になり、印加電圧を下げると耐圧劣化が少なくなる。

## 【0 0 1 2】

高温バイアス試験におけるソース・ドレイン間耐圧の劣化については、メカニズムはまだ解明されておらず推論の域を出ない。しかし、次のようなことが推論できる。

## 【0 0 1 3】

一般的に半導体チップは、封止用樹脂で封止され、水分が樹脂パッケージの中に浸透しないように対策されている。しかし、封止用樹脂として一般的に用いられるノボラックエポキシ樹脂には0.9%～1.6%の水酸基OHが含まれており、この水酸基OHが高温時に活性化して、一般的には絶縁物として考えられている封止用樹脂19が半絶縁状態（高抵抗で導通する状態）になる。

## 【0 0 1 4】

通常、高耐圧半導体装置は、半導体チップを封止用樹脂19でモールドしており、複数の外部端子（図示せず）と半導体チップ上の複数のパッド（図示せず）との間をそれぞれ金属ワイヤ（図示せず）で接続している。それらの金属ワイヤには接地電位である0（V）、電源電圧である600（V）、及び制御信号がそれぞれ印加されるから、上述した理由で封止用樹脂19が半絶縁状態になれば、600（V）と0（V）との中間電位が表面保護膜18の表面に与えられるものと推測される。そして、半導体チップのレイアウトで左右されることであるが、例えば、半導体チップ上の絶縁ゲート型トランジスタの側に接地用パッド（図示せず）が在り、電源用パッド（図示せず）がそこから離れた位置に在ると、絶縁ゲート型トランジスタ上の封止用樹脂19が約100（V）の中間電位になるこ

とがあり得る。そのようなことを考え合わせて、高温バイアス試験時に半導体チップの表面保護膜 1 8 と封止用樹脂 1 9 との界面が 1 0 0 (V) の電位を持った場合を仮定し、その時の電位分布について図 1 4 を用いながら説明する。

#### 【0 0 1 5】

図 1 4 は、同じバイアス条件で高温状態にした高温バイアス試験をしている最中の電位分布を想定した図面であり、等電位線は破線で示している。図 1 4 において、フローティング金属電極 1 7 には、上述した寄生容量 C 1, C 2 が付属する他に、封止用樹脂 1 9 との間に形成される寄生容量 C 5 が存在する。また、フローティング金属電極 1 6 についても、前述した寄生容量 C 3, C 4 が付属する他に、封止用樹脂 1 9 との間に形成される寄生容量 C 6 が存在する。従って、寄生容量 C 5, C 6 が、寄生容量 C 1 ~ C 4 に対して同程度の容量値を持つ場合、高温バイアス試験中に封止用樹脂 1 9 が半絶縁性になり、封止用樹脂 1 9 におけるフローティング金属電極 1 6, 1 7 上の箇所が 1 0 0 (V) になると、室温では約 4 5 0 (V) であったフローティング金属電極 1 6 の電位が、寄生容量 C 6 の影響で約 3 0 0 (V) に低下する。それと同様に、室温では約 1 5 0 (V) であったフローティング金属電極 1 7 の電位は、寄生容量 C 5 の影響で約 1 3 0 (V) に低下する。それに応じて、プレート電極 1 1 b の電位が、室温で約 3 0 0 (V) だったものが 2 0 0 (V) に低下する。その結果、半導体領域 2 と酸化膜 8 との界面を横切る等電位線は 3 0 0 (V) 以上の部分がドレイン拡散領域 6 の方向に傾き、その界面における酸化膜 8 側の電位が N 型の半導体領域 2 表面に対して負電位になる。

#### 【0 0 1 6】

なお、N 型の半導体領域 2 と酸化膜 8 との界面において、酸化膜 8 側が高温雰囲気中で負電位になると、その界面の Si-H、Si-OH などの結合が破壊され、正の固定電荷が発生することが報告されている（日科技連出版社発行の著書『半導体デバイスの信頼性技術』）。このような現象が起きて、半導体領域 2 と酸化膜 8 との界面に正の固定電荷が発生すると、酸化膜 8 中に負の可動電荷も発生する。すると、酸化膜 8 中の負の可動電荷は、ドレイン用金属電極 1 5 の正の高電位に時間の経過と共に引き寄せられ、酸化膜 8 中のドレイン用金属電極 1 5

寄りに負電荷が多く分布する領域が生じる一方、負の可動電荷が発生した元々の箇所に正の固定電荷が多く分布する領域が生じる。すなわち、ドレイン用金属電極 1 5 に近い酸化膜 8 中の界面には負電荷が多く存在するため、半導体領域 2 中の正孔が引き寄せられ、N型の半導体領域 2 の表面がP型に反転してP型反転層 3 0 になる。又、正の固定電荷が残存した領域では、半導体領域 2 中の電子が引き寄せられ、半導体領域 2 中の電子密度が局部的に高くなり、半導体領域 2 の表面近傍にN型蓄積層 3 1 が生じる。

## 【 0 0 1 7 】

このようにして、図 1 4 で示されたP型反転層 3 0 とN型蓄積層 3 1 が半導体領域 2 の表面に形成され、P型反転層 3 0 のドレイン拡散領域 6 に近い部分で電界集中が発生し、高耐圧半導体装置の耐圧を経時的に劣化させるものと考えられる。

## 【 0 0 1 8 】

次に、第 2 の従来例としての高耐圧半導体装置について図面を用いながら説明する。図 1 5 は第 2 の従来例の高耐圧半導体装置の要部断面図である。なお、図 1 5 中の部位で第 1 の従来例（図 1 2）と同じ部位は同じ符号を付与して説明を省略する。

## 【 0 0 1 9 】

図 1 5 に示す高耐圧半導体装置は、P型のガードリング領域 2 3, 2 4 を設けることにより半導体装置の高耐圧化を図るもので、図 1 5 の第 2 の従来例と第 1 の従来例（図 1 1 に図示）との違いは、第 2 の従来例では、フローティング金属電極（図 1 1 中の 1 6、1 7）を設けていない点、及びN型の半導体領域 2 内にP型のガードリング領域 2 3, 2 4 を形成している点で構成が異なる。

## 【 0 0 2 0 】

図 1 5 に示す従来の半導体装置では、ゲート電極 1 0 b とガードリング領域 2 3 との間に寄生容量 C 7 が存在し、ガードリング領域 2 3 とプレート電極 1 1 b との間に寄生容量 C 8 が存在し、プレート電極 1 1 b とガードリング領域 2 4 との間に寄生容量 C 9 が存在し、ガードリング領域 2 4 とプレート電極 1 2 b との間に寄生容量 C 1 0 が存在する。これらの寄生容量 C 7 ~ C 1 0 による直列回路

によって、ドレイン用金属電極 1 5 とソース用金属電極 1 4 との間に印加される電圧を分圧し、ガードリング領域 2 3, 2 4 およびプレート電極 1 1 b の電位を設定している。少なくとも、室温状態ではそのように考えても支障はない。

#### 【0 0 2 1】

この構成において、第 1 の従来例と同様に高温バイアス試験を行うと、封止用樹脂 1 9 が半絶縁状態となり、表面保護膜 1 8 表面が 6 0 0 (V) と 0 (V) との中間電位を持つことになる。その中間電位が約 1 0 0 (V) という低い電位になったりすると、封止用樹脂 1 9 とプレート電極 1 1 b との間に寄生容量 C 1 1 が存在するため、例えば、室温であれば約 3 0 0 (V) になるプレート電極 1 1 b の電位が約 2 0 0 (V) まで低下するようなことが起こる。すると、ガードリング領域 2 3 と 2 4 との間に P 型反転層 3 0 が生じて、ガードリング領域 2 3 と 2 4 との間が導通し、高耐圧半導体装置の耐圧が低下する。

#### 【0 0 2 2】

本発明は、上記課題を解決するものであり、高温で使用してもドレイン・ソース間の耐圧が劣化しない高信頼性の高耐圧半導体装置を提供することを目的とする。

#### 【0 0 2 3】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の高耐圧半導体装置は、第 1 導電型の半導体基板上に形成された第 2 導電型の半導体領域と、前記半導体領域の中央部に形成された第 2 導電型のドレイン拡散領域と、前記ドレイン拡散領域から離間され且つそれを包囲するように前記半導体領域内に形成された第 1 導電型のボディ拡散領域と、前記ボディ拡散領域内に形成された第 2 導電型のソース拡散領域と、前記ボディ拡散領域上のゲート酸化膜の上に形成されたゲート電極と、前記ボディ拡散領域と前記ドレイン拡散領域との間の前記半導体領域上に形成された厚い酸化膜と、前記ドレイン拡散領域と電氣的に接続された金属電極と、前記ドレイン拡散領域から離間し且つそれを包囲するように前記酸化膜上にフローティング状態で形成された複数のプレート電極と、前記酸化膜および前記複数のプレート電極の上に形成された層間絶縁膜とを具備し、前記複数のプレート電極直上の前記層間絶縁膜のそれぞれの上

まで前記金属電極を延在させて、前記複数のプレート電極と前記金属電極とを容量結合させた構成である。

【0024】

この構成により、複数のプレート電極直上の層間絶縁膜のそれぞれの上までドレイン用の金属電極を延在させて、前記複数のプレート電極と金属電極とを容量結合させるから、プレート電極直上の金属電極との間の寄生容量と、そのプレート電極直下の半導体領域との間の寄生容量との直列回路で分圧された電圧でそのプレート電極の電位が決まり、表面保護膜以上の上層の影響を殆ど受けない。そのため、フローティング状態の各プレート電極に半導体領域より高い電位が安定に与えられ、高温バイアス信頼性試験においてもソース・ドレイン間耐圧が劣化しない。

【0025】

また、別の発明の高耐圧半導体装置は、環状金属電極の横幅をその直下のプレート電極の幅より狭くした構成である。すると、環状金属電極との容量結合より半導体領域との容量結合が大きくなって、プレート電極とその直下の半導体領域との電位差が小さくなり、ボディ拡散領域近傍での電界集中が緩和され、初期耐圧を十分に確保できる。しかも、その耐圧は高温バイアス試験においても劣化しない。

【0026】

また、別の発明の高耐圧半導体装置は、複数の環状金属電極のうち各環状金属電極の横幅を、ドレイン拡散領域から遠くなるほど狭くする構成である。すると、ドレイン拡散領域から遠ざかるほどプレート電極と半導体領域との容量結合が大きくなって、半導体領域との電位差が小さくなり、半導体領域の全域に渡っての電界集中が軽減され、初期耐圧が高くなる。しかも、その耐圧は高温バイアス試験においても劣化しない。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係る高耐圧半導体装置について、図面を参照しながら説明する。ここでは、500～800Vの耐圧を有する高耐圧半導体装置に

焦点を合わせて説明する。

【 0 0 2 8 】

まず、第 1 の実施形態に係る高耐圧半導体装置について、図 1 ～図 4 を用いて説明する。図 1 は P N 接合分離技術で構成された高耐圧半導体装置の断面構造を示す断面斜視図、図 2，図 3 はその高耐圧半導体装置の電位分布を説明するための要部断面図、図 4 は誘電体分離技術で構成された高耐圧半導体装置の要部断面図である。

【 0 0 2 9 】

図 1 において、1 は P 型の半導体基板、2 は低濃度 N 型不純物が導入された半導体領域、3 は P 型不純物が導入された分離拡散領域、4 は P 型不純物が導入されたボディ拡散領域、5 は高濃度 N 型不純物が導入されたソース拡散領域、6 は高濃度 N 型不純物が導入されたドレイン拡散領域、7 は膜厚の薄いゲート酸化膜、8 は膜厚の厚い酸化膜、9 は酸化膜または窒化膜などによる層間絶縁膜、1 0 a はドーブドポリシリコンによるゲート電極、1 1 a，1 2 a はドーブドポリシリコンによるフローティング状態のプレート電極、1 3 はボディ拡散領域 4 に接続されたボディ用金属電極、1 4 はソース拡散領域 5 に接続されたソース用金属電極、1 5 はドレイン拡散領域 6 に接続されたドレイン用金属電極、1 8 は表面保護膜、1 9 は封止用樹脂である。なお、図 1 では、構造を判り易くする為に、半導体チップの最上層となる表面保護膜（図 2 中の 1 8）と、その上をモールドする封止用樹脂（図 2 中の 1 9）は記載していない。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、第 1 の実施形態の高耐圧半導体装置は、半導体基板 1 上の半導体領域を P 型の分離拡散領域 3 で包囲して、周辺デバイスと電氣的に分離された N 型の半導体領域 2（デバイス形成用の島）を形成している。その半導体領域 2 のほぼ中央に N 型のドレイン拡散領域 6 を形成し、半導体領域 2 の周縁に在る分離拡散領域 3 の近傍にそれに沿ってボディ拡散領域 4 を形成し、更にそのボディ拡散領域 4 内に高濃度 N 型のソース拡散領域 5 を形成している。従って、ボディ拡散領域 4 とソース拡散領域 5 は、ドレイン拡散領域 6 から離間されそれを包囲する環状の平面形状となっている。そして、高耐圧特性を高める為には、局

部的な電界集中を避けることが重要であり、ボディ拡散領域 4 とソース拡散領域 5 を円環状にするのが理想である。しかし、角部を鈍角とした多角形の環状であっても、楕円の環状であってもそれに近い高耐圧特性が得られる。

## 【 0 0 3 1 】

また、ドレイン拡散領域 6 の平面形状は、ボディ拡散領域 4 に対応した形状にするのが高耐圧特性を得る上で得策であり、平面形状を円形状にするのが理想であるが、角部を鈍角した多角形の環状であっても良いし、楕円形状であっても良い。即ち、ドレイン拡散領域 6 の平面形状を円形状とし、それを同心円とした円環状となるようにボディ拡散領域 4 を形成するのが理想であるが、それらが類型の関係にあれば殆ど問題とはならない。例えば、ボディ拡散領域 4 の平面形状を円環状とし、ドレイン拡散領域 6 の平面形状を多角形とする関係であっても、半導体装置の高耐圧特性が幾分低下する程度で、実質的な差異は生じない。

## 【 0 0 3 2 】

なお、分離拡散領域 3 の平面形状は、ボディ拡散領域 4 の平面形状と必ずしも一致させる必要性が無く、ボディ拡散領域 4 が円環状またはその類型を成していれば、半導体領域 2 の平面形状が四角形となるように半導体領域 2 を分離拡散領域 3 で包囲しても構わない。

## 【 0 0 3 3 】

このデバイスを形成する半導体領域 2 は、P 型の半導体基板 1 上に N 型のエピタキシャル層を成長させて構成しても良いし、P 型の半導体基板 1 に選択的に N 型ウェルを形成し、その N 型ウェルを半導体領域 2 として活用しても良い。なお、その N 型ウェルを半導体領域 2 として活用する場合には、P 型の分離拡散領域 3 に相当するものは必ずしも必要ではない。また、半導体領域 2 は、低濃度 N 型不純物を導入して構成するものであり、P 型の半導体基板 1 と N 型の半導体領域 2 との界面に高濃度 N 型の埋込拡散層が存在しないものを前提としている。しかし、ドレイン拡散領域 6 直下の界面のみに局部的に高濃度 N 型の埋込拡散領域（図示せず）を設けても構わない。その場合は、局部的に設けた埋込拡散領域と半導体基板 1 の P N 接合でブレークダウン現象を起こさせて、絶縁ゲート型トランジスタのドレインに印加される印加電圧を制限することができ、静電気、電源サ



ージ、落雷等によるサージに対する耐圧を高めることが出来る。

【0034】

以上に説明した耐圧は、高耐圧半導体装置の初期耐圧に関する話である。以下に、高温バイアス状態における寿命試験であってもその初期耐圧を維持することができるノウハウについて説明する。

【0035】

図1及び図2に示す実施形態は、高耐圧特性を得る上で理想的な構造を例にとって説明する。半導体領域2の中心部に形成されるドレイン拡散領域6は円形状をしており、それを中心にそれと同心円になるような円環状の分離拡散領域3を形成し、それに合わせてボディ拡散領域4とソース拡散領域5も円環状に形成している。そして、ドレイン拡散領域6寄りのボディ拡散領域4上を覆う酸化膜（ゲート酸化膜7）は薄い膜厚で形成され、ドレイン拡散領域6寄りの半導体領域2上には厚い膜厚の酸化膜8が形成されており、そのゲート酸化膜7上にゲート電極10aが形成されている。そのゲート電極10aは、ボディ拡散領域4の形状に合わせて円環状の平面形状を成しており、不純物がドーピングされ、導電性を有するものである。

【0036】

プレート電極11aと12aは、膜厚の厚い酸化膜8上に互いに離間して形成され、且つ、平面形状が円形状のドレイン拡散領域6と同心円になるような円環状で形成されている。しかも、不純物がドーピングされたポリシリコンであり、導電性を有している。そして、プレート電極11a上には層間絶縁膜9を介して環状の金属電極15-1が配置され、プレート電極12a上には層間絶縁膜9を介して環状の金属電極15-2が配置され、それらは金属製の結合部15-3によってドレイン用金属電極15に電氣的に接続されている。

【0037】

環状の金属電極15-1，15-2は、その下層に在るプレート電極11aまたは12aの平面形状と類型にすると良い。

【0038】

そして、ボディ用金属電極13、ソース用金属電極14、ドレイン用金属電極

1 5 及び、層間絶縁膜 9 の上に表面保護膜 1 8 (図面が複雑になるため、図 1 では図示せず) を被覆して半導体チップの表面を保護し、更にその上を封止用樹脂 1 9 (図面が複雑になるため、図 1 では図示せず) でモールドした構成となる。

## 【0 0 3 9】

次に、第 1 の実施形態の高耐圧半導体装置の動作について、図 1 の要部断面図を示す図 2 及び図 3 を用いて説明する。

## 【0 0 4 0】

図 2 において、図 1 に対応する構成要素は同じ符号を付与しており、1 8 はシリケートガラスまたはポリイミドで形成される表面保護膜、1 9 はノボラックエポキシ樹脂などによる封止用樹脂である。

## 【0 0 4 1】

また、図 2 中の  $C a 1$  はプレート電極 1 1 a と半導体領域 2 の間の寄生容量、 $C a 2$  はプレート電極 1 2 a と半導体領域 2 の間の寄生容量、 $C b 1$  はプレート電極 1 1 a と金属電極 1 5 - 1 の間の寄生容量であり、 $C b 2$  はプレート電極 1 2 a と金属電極 1 5 - 2 の間の寄生容量、 $C c 1$  は金属電極 1 5 - 1 と封止用樹脂 1 9 の間の寄生容量、 $C c 2$  は金属電極 1 5 - 2 と封止用樹脂 1 9 の間の寄生容量である。なお、金属電極 1 5 - 1, 1 5 - 2 にはドレイン用金属電極 1 5 の印加電圧 6 0 0 (V) が印加されるため、寄生容量  $C c 1$ ,  $C c 2$  はプレート電極 1 1 a, 1 2 a には影響しないので、寄生容量  $C a 1$ ,  $C a 2$ ,  $C b 1$ ,  $C b 2$  の影響について考えれば良い。

## 【0 0 4 2】

従って、プレート電極 1 1 a の電位は、その直下の半導体領域 2 部分の電位とドレイン電圧 6 0 0 (V) との電位差を、 $C a 1$  と  $C b 1$  の直列回路で分圧した電位となる。また、プレート電極 1 2 a の電位は、その直下の半導体領域 2 部分の電位とドレイン電圧 6 0 0 (V) との電位差を、 $C a 2$  と  $C b 2$  の直列回路で分圧した電位となる。

## 【0 0 4 3】

一方、この実施形態のように、半導体領域 2 と半導体基板 1 の界面に高濃度 N 型の埋込拡散領域を設けない高耐圧半導体装置は、いわゆるリサーフと呼ばれる

技術を活用して初期耐圧を確保する。以下、その原理を説明する。

【 0 0 4 4 】

通常、ソース拡散領域 5、ボディ拡散領域 4、分離拡散領域 3 および半導体基板 1 は 0 (V) にし、ドレイン用金属電極 1 5 に動作に必要なドレイン電圧を与える。そのドレイン電圧を 0 (V) から徐々に上げてゆくと、まだそのドレイン電圧が低い時には、P 型のボディ拡散領域 4 と N 型の半導体領域 2 の P N 接合による空乏層は、ボディ拡散領域 4 から半導体領域 2 に向けて四方八方に伸びる。それと同様に、分離拡散領域 3 との P N 接合からも、半導体基板 2 との P N 接合からも伸びてゆく。そして、ボディ拡散領域 4 直下において、半導体基板 1 から上に伸びる空乏層および分離拡散領域 3 から伸びる空乏層と、ボディ拡散領域 4 から下に伸びる空乏層とが何れぶつかりあうようになる。更にドレイン電圧を上昇させると、今度はドレイン拡散領域 6 の方向に向かって伸びるようになる。そして、その空乏層がドレイン拡散領域 6 のような高濃度 N 型拡散領域に突き当たると、ブレイクダウン現象を起こすが、電圧の印加によって空乏層が横方向に伸び続ける間は耐圧を確保することができる。このように、P N 接合で生じる空乏層を横方向に広げさせて、半導体装置の耐圧を確保する技術をリサーチ技術と呼んでいる。この技術によれば、半導体領域の厚みが小さくても、横方向の距離を確保すれば高耐圧特性が得られる。

【 0 0 4 5 】

従って、ドレイン用金属電極 1 5 に 6 0 0 (V) の電圧を与えても、図 2 におけるドレイン拡散領域 6 の近傍では空乏化されないように、ボディ拡散領域 4 とドレイン拡散領域 6 との距離を確保する高耐圧のデバイス設計がなされる。そして、空乏層内では P N 接合からの距離に依存して電位が変化し、まだ空乏化されていない部分内では同電位となる。このことから、図 2 の実施形態であれば、ドレイン拡散領域 6 に一番近いプレート電極 1 2 a 直下の半導体領域 2 部分の電位は、ドレイン電圧より幾分下がる程度であり、約 5 0 0 (V) 程度になる。また、ボディ拡散領域 4 とドレイン拡散領域 6 との中央よりもボディ拡散領域 4 寄りに在るプレート電極 1 1 a 直下の半導体領域 2 部分の電位は、ドレイン電圧 6 0 0 (V) の半分より少なめの電位となり、約 2 5 0 (V) になる。

## 【0046】

これを元に、前述したプレート電極 1 1 a の電位を検証すると、その電位は、プレート電極 1 1 a 直下の半導体領域 2 部分の電位（約 2 4 0 V）と、金属電極 1 5 - 1 の電圧 6 0 0（V）との電位差を、C a 1 と C b 1 の直列回路で分圧した電位となるから、約 4 2 0（V）となる。また、プレート電極 1 2 a の電位を検証すると、その電位は、その直下の半導体領域 2 部分の電位（約 5 0 0 V）と金属電極 1 5 - 2 の電圧 6 0 0（V）との電位差を、C a 2 と C b 2 の直列回路で分圧した電位となるから、約 5 5 0（V）となる。

## 【0047】

これと同じ条件での電位分布のシミュレーション結果を図 3 に示す。図 3 では、ドレイン用金属電極 1 5 に 6 0 0 V を印加した場合のポテンシャル分布を、1 0 0 V、2 0 0 V、3 0 0 V、4 0 0 V、5 0 0 V、6 0 0 V の等電位線を破線で表現している。図 3 では、酸化膜 8 と半導体領域 2 との界面では、半導体領域 2 のほぼ全域に渡って酸化膜 8 側が高電位になるため、高温バイアス試験をしても、従来例のように負の可動電荷が発生しなくなり、P 型反転層の発生を防止することができ、高温バイアス試験で初期耐圧を劣化させる心配が無くなる。

## 【0048】

上述のシミュレーションのように、プレート電極 1 1 a、1 2 a の横幅と金属電極 1 5 - 1、1 5 - 2 の横幅を等しくすると、C a 1 と C b 1 の直列回路ではほぼ 1 / 2 に分圧され、プレート電極 1 1 a の電位と、その直下の半導体領域 2 部分の電位との差が約 1 8 0（V）となり、その差電圧が大きいために、ゲート電極 1 0 a 寄りのプレート電極 1 1 a 端部の近傍で電界集中が大きくなって、初期耐圧が十分に確保できないという難点がある。そこで、プレート電極と半導体領域との電位差を小さくするように、次のような第 2 の実施形態を試みた。

## 【0049】

以下、第 2 の実施形態について図 4 を用いて説明する。図 4 に示す第 2 の実施形態では、金属電極 1 5 - 1、1 5 - 2 の横幅をプレート電極 1 1 a、1 2 a の 1 / 2 倍にして、第 1 の実施形態と同様に検証すると、プレート電極 1 1 a 直下の半導体領域 2 部分の電位（約 2 4 0 V）と、金属電極 1 5 - 1 の電圧 6 0 0（

V) との電位差を、C a 1 と C b 1 の直列回路で分圧したものがプレート電極 1 1 a と半導体領域 2 との電位差 (約 1 2 0 V) となるから、プレート電極 1 1 a は約 3 6 0 (V) となる。また、プレート電極 1 2 a の電位を検証すると、その電位は、その直下の半導体領域 2 部分の電位 (約 5 0 0 V) と金属電極 1 5 - 2 の電圧 6 0 0 (V) との電位差を、C a 2 と C b 2 の直列回路で分圧した電位となるから、約 5 3 0 (V) となる。

## 【0050】

これと同じ条件でのシミュレーション結果は、図 4 中の破線で等電位線を示す。図 4 において、酸化膜 8 と半導体領域 2 との界面では、半導体領域 2 のほぼ全域に渡って酸化膜 8 側が高電位になり、P 型反転層の発生を防止して高温バイアス試験での耐圧劣化を防止できる。しかも、前述の金属電極 1 5 - 1, 1 5 - 2 の横幅をプレート電極 1 1 a, 1 2 a と等しくした実験結果に比べると、環状の金属電極 1 5 - 1, 1 5 - 2 の横幅を 1 / 2 倍した実験結果の方が、プレート電極 1 1 a のゲート電極 1 0 a 寄り端部における電界集中が緩和され、第 1 の実施形態の例に比べて約 2 0 0 (V) 大きい初期耐圧が得られ、初期耐圧は約 7 0 0 (V) となった。

## 【0051】

発明者の実験においては、抵抗率  $50 \Omega \cdot \text{cm}$  の P 型の半導体基板 1 を使用し、N 型の半導体領域 2 は抵抗率  $5 \Omega \cdot \text{cm}$  で厚み  $15 \mu\text{m}$  とし、膜厚の厚い酸化膜 (フィールド酸化膜) 8 の厚みは  $2 \mu\text{m}$  とした。そして、層間絶縁膜 9 は 1.  $2 \mu\text{m}$  厚の CVD 膜と、8. 5 wt % のリンを含んだ 1.  $8 \mu\text{m}$  厚の CVD 膜とを積層した 2 層構造とし、表面保護膜 1 8 は 4. 0 wt % のリンを含んだ 0.  $5 \mu\text{m}$  厚の CVD 膜と、1.  $0 \mu\text{m}$  の窒化膜とを積層した 2 層構造のものをを用いた。これにより、高温バイアス試験においてソース・ドレイン間耐圧が劣化しない良好な結果が得られた。

## 【0052】

なお、上述の第 2 の実施形態では、環状の金属電極 1 5 - 1, 1 5 - 2 は、その直下に在るプレート電極 1 1 a, 1 2 a の 1 / 2 の横幅としたが、半導体装置に要求される耐圧が低め (例えば、5 0 0 V 程度のもの) であれば、少し太め (

例えば、 $2/3$  倍) の横幅であれば良いし、逆に高めの耐圧が要求されるのであれば、少し細め (例えば、 $1/4$  倍) の横幅に設定すれば良い。

## 【0053】

上述の第2の実施形態は、如何なる状況でも表面保護膜18の絶縁性が確保できるという前提に立ったものであり、金属電極15-1, 15-2の横幅をプレート電極11a, 12aの横幅に対して一律に ( $1/2$  倍と) 狭くした場合であって、且つ表面保護膜18の欠陥が生じて絶縁性が損なわれた時、高電位側のプレート電極12aがその影響を受け易くなるという不都合がある。そこで、次に説明する第3の実施形態では、プレート電極に対する金属電極との容量結合と、半導体領域2との容量結合との割合をプレート電極毎に異ならせて、高電位側のプレート電極12aへの影響を小さくする試みを行った。

## 【0054】

以下、第3の実施形態の高耐圧半導体装置について、図5を用いながら説明する。

## 【0055】

図5は第3の実施形態の要部断面構造を示す図であり、図5では環状の金属電極15-1の横幅をプレート電極11aの $1/2$ 幅にし、環状の金属電極15-2の横幅を広くしている。その他の点については、第1の実施形態 (図1及び図2) と同じであり、同じ番号を付与して説明を省略する。環状の金属15-2は、下層部にあるプレート電極12aより横幅を広くしても、プレート電極12aと金属電極15-2との間の寄生容量 $C_c2$ の値はほとんど変わらず、それによる作用・効果は変わらない。

## 【0056】

従って、プレート電極12a横幅を更に広げてドレイン用金属電極15と一体化し、図6に示すように金属電極15-4を円盤状の平面形状にしても作用・効果は変わらない。なお、図6は、第3の実施形態を元にしたその他の形態であり、円盤状の金属電極15-4と、P型のガードリング領域23, 24とを設けたこと以外は、図5に示す第3の実施形態と同じである。P型のガードリング領域23, 24の働きについては後述する。

## 【 0 0 5 7 】

図 5 のように、フローティング状態のプレート電極 1 2 a の上層を環状の金属電極 1 5 - 2 で完全に覆うと、寄生容量  $C_{b2}$  が大きくなるために、ドレイン拡散領域 6 に一番近いプレート電極 1 2 a はドレイン電圧（ここでは 6 0 0 V）に近い電位になり、その直下に在る半導体領域 2 の電位より高めに設定することができる。また、表面保護膜 1 8 に欠陥が生じて絶縁不良状態になったとしても、ドレイン用金属電極から金属電極 1 5 - 2 にドレイン電圧が与えられるため、絶縁不良の影響は金属電極 1 5 - 2 で遮断され、下層部に在るプレート電極 1 2 a やその直下の半導体領域 2 部分には悪影響を与えない。

## 【 0 0 5 8 】

一方、ボディ拡散領域 4 寄りに形成されたフローティング状態のプレート電極 1 1 a は、半導体領域 2 との間の寄生容量  $C_{a1}$  と、環状の金属電極 1 5 - 1 との間の寄生容量  $C_{b1}$  との直列回路による分圧で電位が決まる。そして、金属電極 1 5 - 1 の横幅がプレート電極の横幅の  $1/2$  となっているため、 $C_{a1}/C_{b1}$  が約 2 倍の状態であり、プレート電極 1 5 - 1 の電位は、その直下の半導体領域 2 部分の電位より少し高めに設定される。従って、半導体領域 2 の表面に P 型反転層が生じることが無く、高温バイアス試験のような寿命試験を行っても、耐圧の劣化は生じない。また、半導体領域 2 表面の電位がプレート電極 1 5 - 1 と 1 5 - 2 によって段階的に下げられるため、局所的な電界集中は避けられ、高い初期耐圧が得られる。

## 【 0 0 5 9 】

表面保護膜 1 8 の欠陥が生じた場合、環状の金属電極 1 5 - 1 は、ドレイン用金属電極 1 5 に接続されているため、絶縁不良の影響を受けずにドレイン電圧の電位を維持する。また、絶縁不良によって金属電極 1 5 - 1 の周辺部が導電性を持つと、その導電性を持った部分がドレイン電圧と同じ電位となり、寄生容量  $C_{b1}$  が等価的に大きくなり、プレート電極 1 1 a の電位が多少高めに設定される。即ち、ストレスの影響を受け易い表面保護膜 1 8 が絶縁不良を起こしても、その絶縁不良が程度の小さなものであれば、信頼性に殆ど影響しない高信頼の高耐圧半導体装置を実現できる。

## 【0060】

なお、上述の第3の実施形態（図5を参照）では、2つのフローティング状態のプレート電極（11a, 12a）を用いた例で説明したが、プレート電極を更に増やして3つ、4つとし、その上層にそれぞれ環状の金属電極を設けて、その複数の金属電極の横幅を段階的に狭くすれば、電界集中をより緩和することができ、高い初期耐圧を確保できる他、表面保護膜の絶縁不良に対する影響をより受けにくくすることができる。

## 【0061】

次に、第4の実施形態に係る高耐圧半導体装置について、図7を用いながら説明する。

## 【0062】

図7は誘電体分離構造で構成された高耐圧半導体装置の要部断面構造図である。図7において、図1及び図2に対応する構成要素は、同じ符号を付与して説明を省略する。図7において、第1及び第2の実施形態（図1～図4）との違いは、P型の半導体基板1上に形成した張り付け用酸化膜20の上に半導体領域2を形成し、半導体領域2の周辺にトレンチ溝を形成し、そのトレンチ溝内に分離用酸化膜21とポリシリコン層22を埋設する誘電体分離法で、半導体領域2の周辺を絶縁物で完全に包囲した構造となっている。

## 【0063】

この構成では、次のように動作する。通常は、ボディ用金属電極13及びソース用金属電極14と半導体基板1を接地電位とし、ドレイン用金属電極15に正の電圧を印加し、ゲート電極10aに約10（V）の制御電圧を与えて動作させる。従って、本発明が対象とする500～800（V）のような高電圧における耐圧を考える場合には、ゲート電極10aは接地電位とほぼ等しいと考えても支障はない。そして、ドレイン電圧を徐々に上昇させると、ボディ拡散領域4と半導体領域2とのPN接合で発生する空乏層は、ボディ拡散領域4から横方向にも下方向にも広がり、その広がりが下方の張り付け用酸化膜20まで達すると、横方向のドレイン拡散領域6に向かって広がる。そして、ドレイン電圧の大きさに応じて空乏層の広がりが変動する間は、高耐圧半導体装置の耐圧は維持され、そ



の空乏層がドレイン拡散領域 6 のような高濃度 N 型不純物の領域にぶつかると、ブレイクダウン現象を起こす。このように、半導体領域 2 の分離方法を変更しても、リサーチ技術は上述した第 1 の実施形態と同様に適用でき、半導体領域 2 上の構造を第 1 ～第 3 の実施形態と同じようにすれば、同様に耐圧に関する信頼性（特に、高温バイアスによる寿命試験）を向上することができる。そして、この第 4 の実施形態のように誘電体分離構造を採用すると、半導体領域 2 と半導体基板 1 との間の寄生容量が極めて小さくなり、高周波特性または高速スイッチング特性と高耐圧特性の両方を満足する半導体装置を実現できる。

## 【0064】

次に、第 5 の実施形態に係る高耐圧半導体装置について、その要部断面図を示す図 8 を参照しながら説明する。

## 【0065】

図 8 に示す高耐圧半導体装置は、上述した第 2 の実施形態（図 4 に図示）に対して、プレート電極 1 1 a と 1 2 a の直下の半導体領域 2 にガードリング領域 2 3 と 2 4 を付加したものである。その他の部位は、同じ符号を付与して説明を省略する。

## 【0066】

図 8 において、ボディ拡散領域 4 とドレイン拡散領域 6 との間の半導体領域 2 内に P 型不純物を拡散してガードリング領域 2 3 と 2 4 を形成し、プレート電極 1 1 a 直下にガードリング領域 2 3 が位置し、プレート電極 1 2 a 直下にガードリング領域 2 4 が位置するようにしたものである。そして、P 型のガードリング領域 2 3, 2 4 は、平面形状がドレイン拡散領域 6 を中心に同心円となるような円環状を成している。

## 【0067】

このように、ボディ拡散領域 4 とドレイン拡散領域 6 の間にガードリング領域 2 3, 2 4 を形成すると、P 型のボディ拡散領域 4 と N 型の半導体領域 2 との P N 接合で生じる空乏層が横方向に広がる時、ガードリング領域 2 3 や 2 4 から広がる空乏層とくっつき合って、空乏層全体の曲率が大きくなり、電界集中を緩和して初期耐圧を大幅に向上することができる。

## 【 0 0 6 8 】

また、プレート電極 1 1 a, 1 2 a の電位は、ドレイン用金属電極 1 5 との間の寄生容量  $C_{b1}$ ,  $C_{b2}$  と、ガードリング領域 2 3, 2 4 表面との間の寄生容量  $C_{a1}$ ,  $C_{a2}$  との直列回路によって決定され、プレート電極 1 1 a 及び 1 2 a の電位がガードリング領域 2 3, 2 4 の表面電位や半導体領域 2 の表面電位よりも高電位に設定され、半導体領域 2 表面より酸化膜 8 側の電位を高くすることができ、高温バイアス試験時に N 型の半導体領域 2 の表面に P 型反転層が生じることを防止し、ソース・ドレイン間の耐圧が劣化しない高い信頼性が得られる。

## 【 0 0 6 9 】

次に、第 5 の実施形態（図 8 に図示）に係るその他の形態について説明する。図 9 は、図 8 の構成と基本的には変わらず、P 型の半導体基板 1 上に張り付け用酸化膜 2 0 を形成し、その上に N 型の半導体領域 2 を配置した SOI 基板に分離用溝を形成し、その分離用溝に分離用酸化膜 2 1 及びポリシリコン層 2 2 を埋設して、半導体領域 2 を誘電体分離した構造であり、それ以外は図 8 と同じ構造であり、同じ部位に同じ符号を付して説明を省略する。このように、単に誘電体分離構造を採用した場合にも、PN 接合分離構造と同じようにリサーフ技術を活用できることは、上述の第 4 の実施形態で説明した通りであり、高耐圧特性は図 8 の実施形態とほぼ同等となり、誘電体分離構造を採用することによって、高耐圧特性の信頼性と高周波特性の両方を満足する高耐圧半導体装置を実現できる。

## 【 0 0 7 0 】

次に、第 5 の実施形態（図 8 に図示）に係る更に別の形態について図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は、上記の図 9 の形態と基本的には同じ構成であり、ドレイン拡散領域 6 に一番近い金属電極 1 5 - 4 をドレイン用金属電極 1 5 と一体化して、その金属電極 1 5 - 4 を円盤状にしたものである。このような構成にすると、ドレイン拡散領域 6 に一番近いプレート電極 1 2 a の上を円盤状の金属電極 1 5 - 4 で完全に覆って、プレート電極 1 2 a をドレイン電圧に近い電位にするため、表面保護膜 1 8 が絶縁不良を起こしても、その下層部への悪影響を阻止できる。また、ボディ拡散領域 4 に近いプレート電極 1 1 a は、上層に在る環状の金属電極 1 5 - 1 が 1 / 2 倍の横幅となっているため、直下の半導体領域 2 部分

との容量結合が大きくなり、その半導体領域 2 部分との電位差が余り大きくなり、局的な電界集中が避けられ、初期耐圧が高くなる。また、表面保護膜 1 8 が絶縁不良を起こして、金属電極 1 5 - 1 の周辺部が導電性を持つと、寄生容量が等価的に大きくなり、プレート電極 1 1 a の電位が多少大きめに設定されるだけなので、高耐圧に関する信頼性は殆ど損なわれない。

【0 0 7 1】

【発明の効果】

以上のように本発明の高耐圧半導体装置は、プレート電極には上層の金属電極との間の寄生容量と、プレート電極直下の半導体領域部分との間の寄生容量との存在によって容量直列回路が構成され、この容量直列回路によりプレート電極直下の半導体領域部分の電位とドレイン電圧を分圧して、フローティング状態のプレート電極に適度なバイアス電圧を与える。これにより、半導体領域表面に発生し易い P 型反転層を抑制し、高温バイアス試験においても耐圧が劣化しない高い信頼性が得られる。

【0 0 7 2】

また、ドレイン電圧が印加された環状の金属電極でプレート電極を覆った構成にするから、ストレスを受け易い表面保護膜が絶縁不良を起こしても、下層の半導体領域に対して安定な電位を与えることができ、高温バイアス試験時の耐圧劣化だけでなく、表面保護膜の絶縁不良に起因する耐圧不良も防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態における高耐圧半導体装置の断面斜視図

【図 2】

図 1 に示す高耐圧半導体装置の要部断面構造を示す要部断面図

【図 3】

図 1 に示す高耐圧半導体装置の電位分布を説明するための断面図

【図 4】

第 2 の実施形態における高耐圧半導体装置の要部断面構造を示す要部断面図

【図 5】

第 3 の実施形態における高耐圧半導体装置の要部断面構造を示す要部断面図  
【図 6】

第 3 の実施形態のその他の形態を示す要部断面図  
【図 7】

第 4 の実施形態における高耐圧半導体装置の要部断面構造を示す要部断面図  
【図 8】

第 5 の実施形態における高耐圧半導体装置の要部断面構造を示す要部断面図  
【図 9】

第 5 の実施形態におけるその他の形態を示す要部断面図  
【図 1 0】

第 5 の実施形態におけるその他の形態を示す要部断面図  
【図 1 1】

第 1 の従来例である高耐圧半導体装置の断面斜視図  
【図 1 2】

図 1 1 に示す従来例の要部断面構造を示す要部断面図  
【図 1 3】

図 1 1 に示す従来例における常温時の電位分布を説明するための断面図  
【図 1 4】

図 1 1 に示す従来例における高温バイアス試験時の耐圧劣化を説明するための  
断面図

【図 1 5】

第 2 の従来例である高耐圧半導体装置の耐圧劣化を説明するための断面図

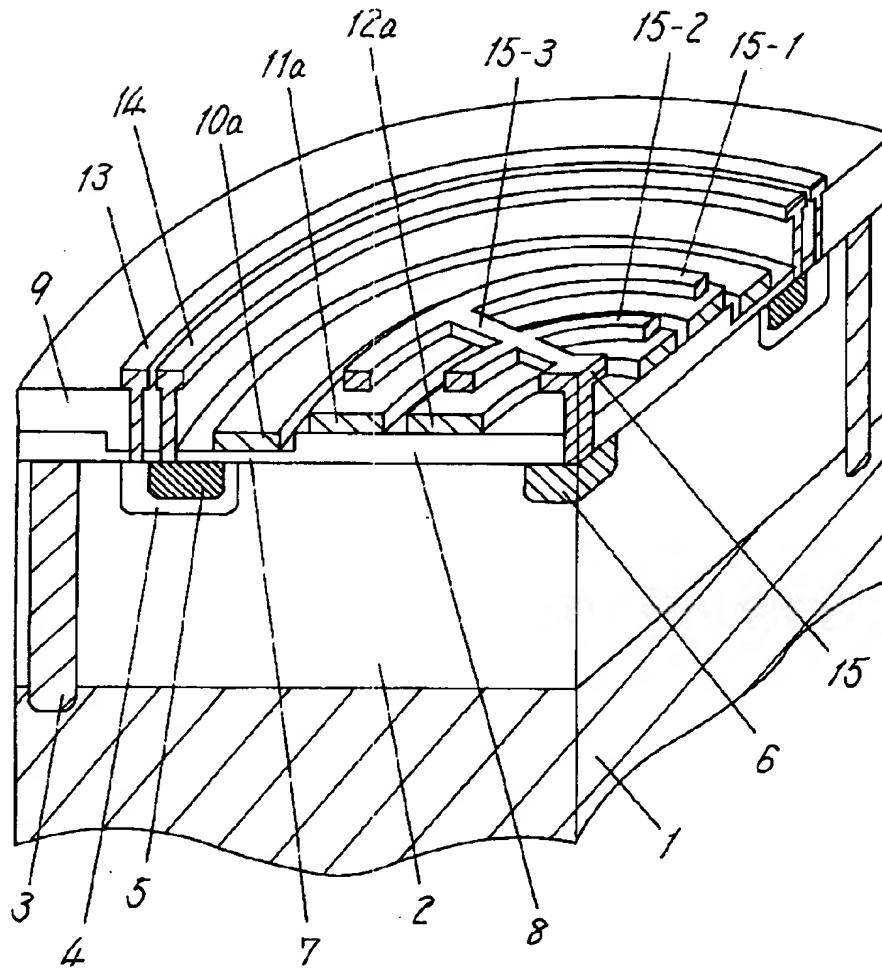
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 半導体領域
- 3 分離拡散領域
- 4 ボディ拡散領域
- 5 ソース拡散領域
- 6 ドレイン拡散領域

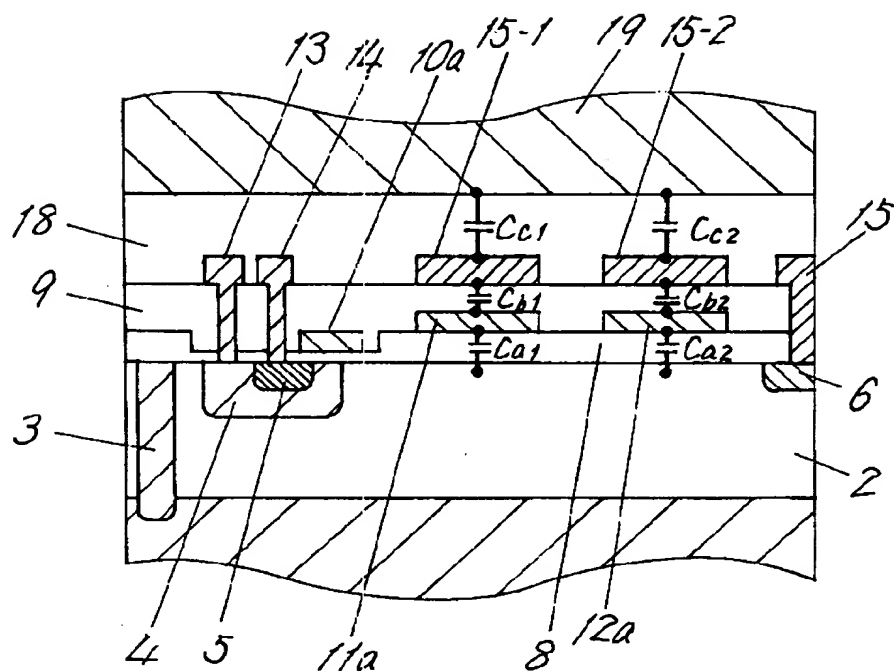
- 7 ゲート酸化膜
- 8 厚い酸化膜
- 9 層間絶縁膜
- 1 0 a ゲート電極
- 1 1 a, 1 2 a プレート電極
- 1 3 ボディ用金属電極
- 1 4 ソース用金属電極
- 1 5 ドレイン用金属電極
- 1 5 - 1, 1 5 - 2 環状金属電極
- 1 5 - 3 連結部
- 1 8 表面保護膜
- 1 9 封止用樹脂
- 2 0 張り付け用酸化膜
- 2 1 分離用酸化膜
- 2 2 ポリシリコン層
- 2 3, 2 4 ガードリング領域

【書類名】 図面

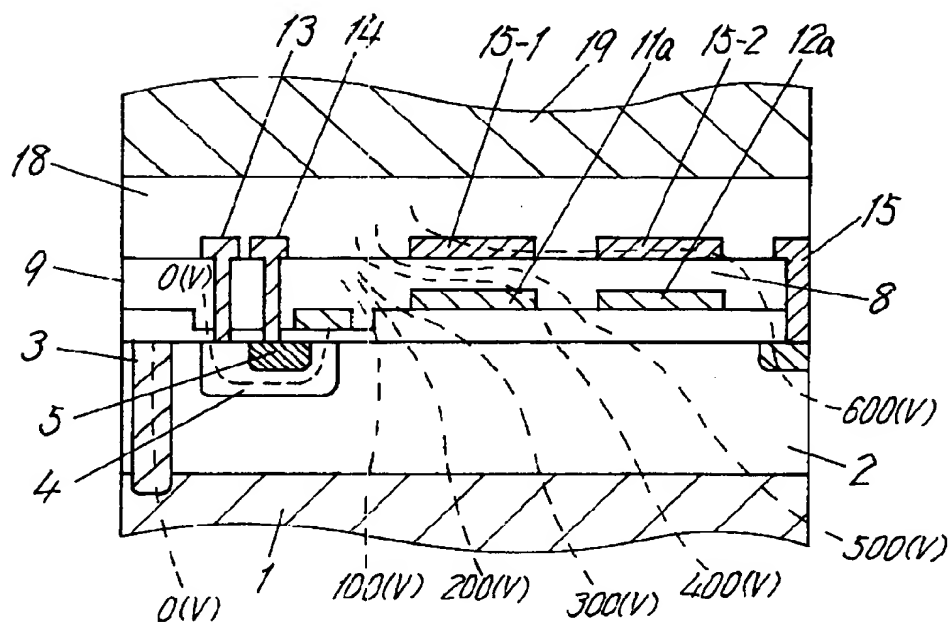
【図 1】



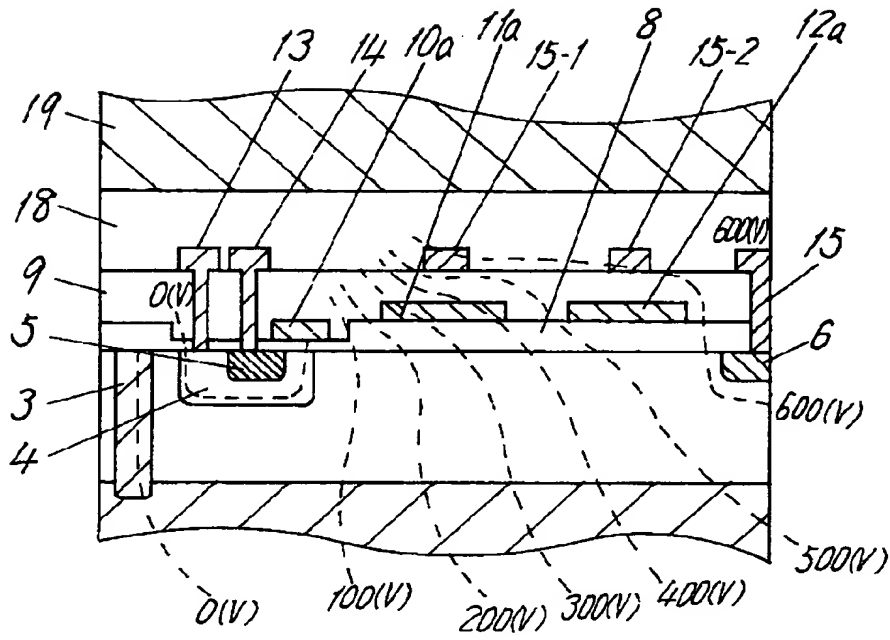
【図 2】



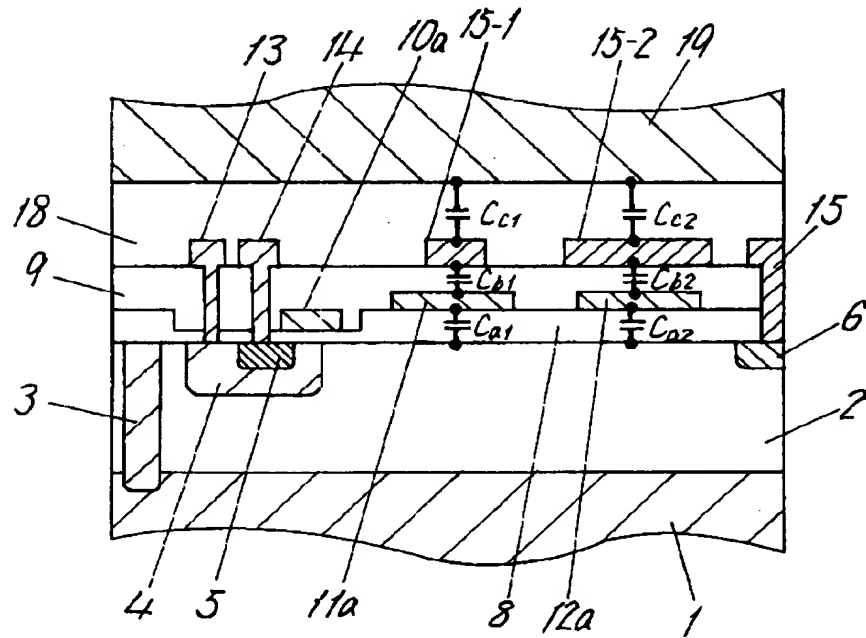
【図 3】



【図 4】

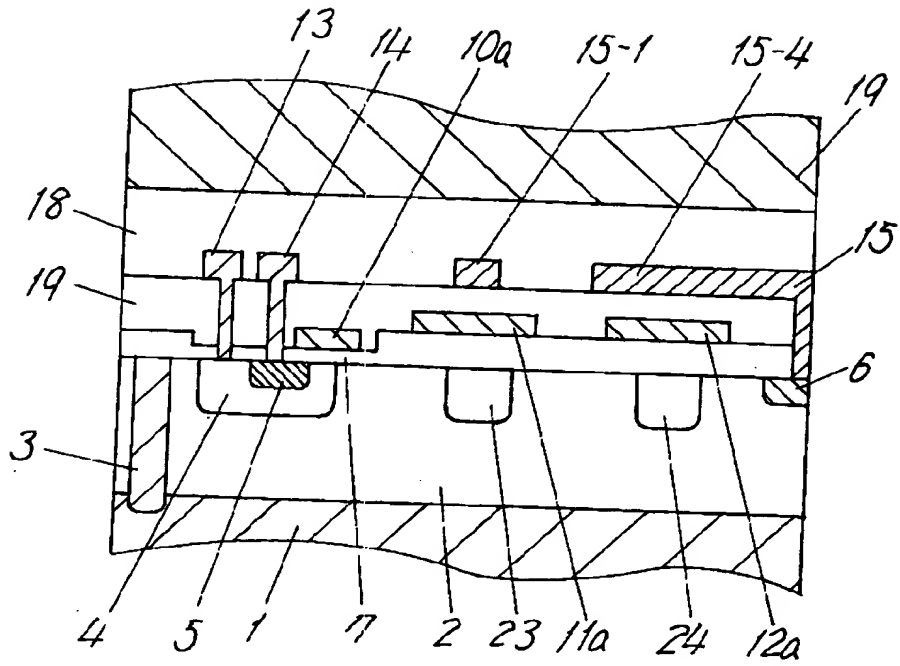


【図 5】

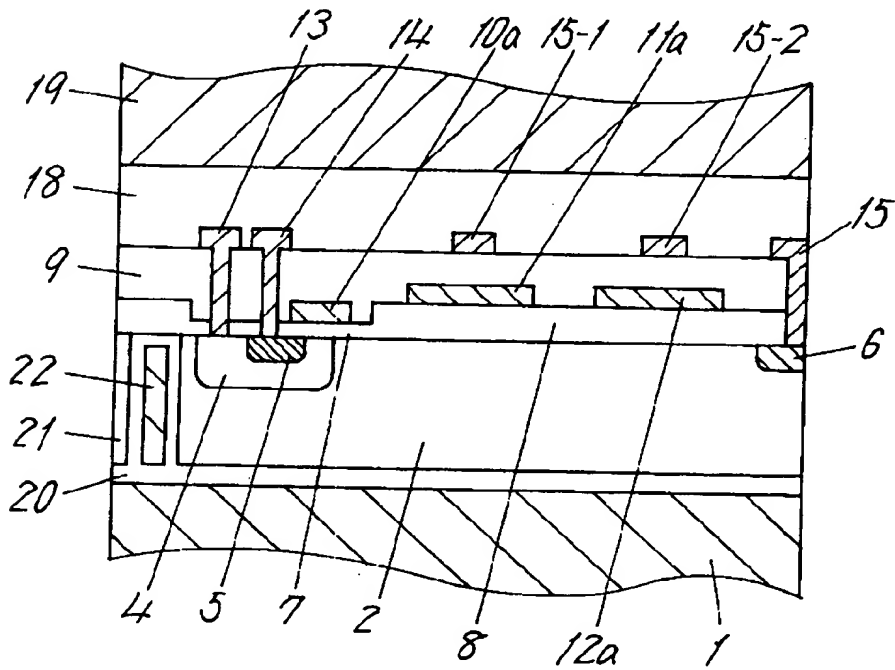




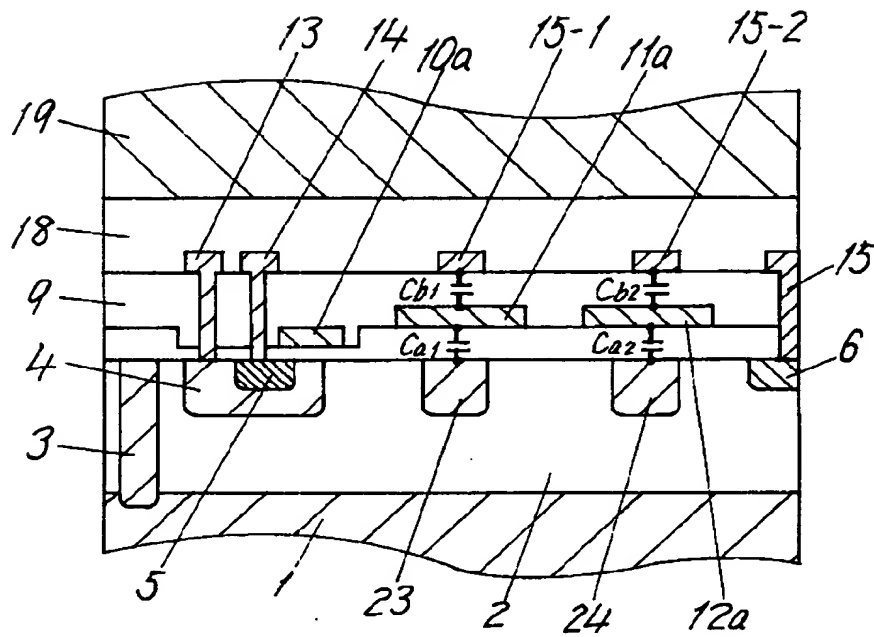
【図 6】



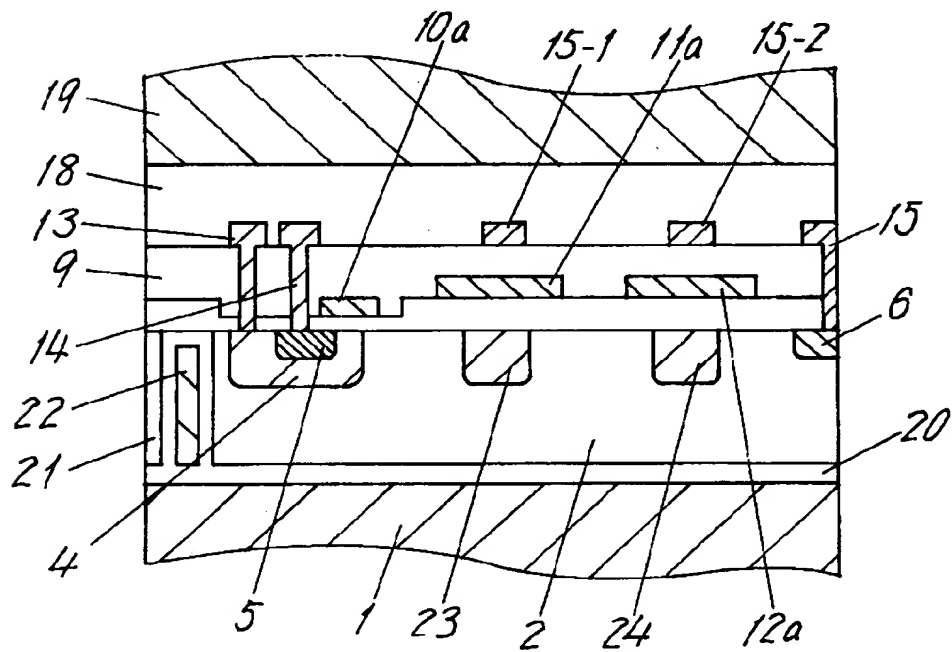
【図 7】



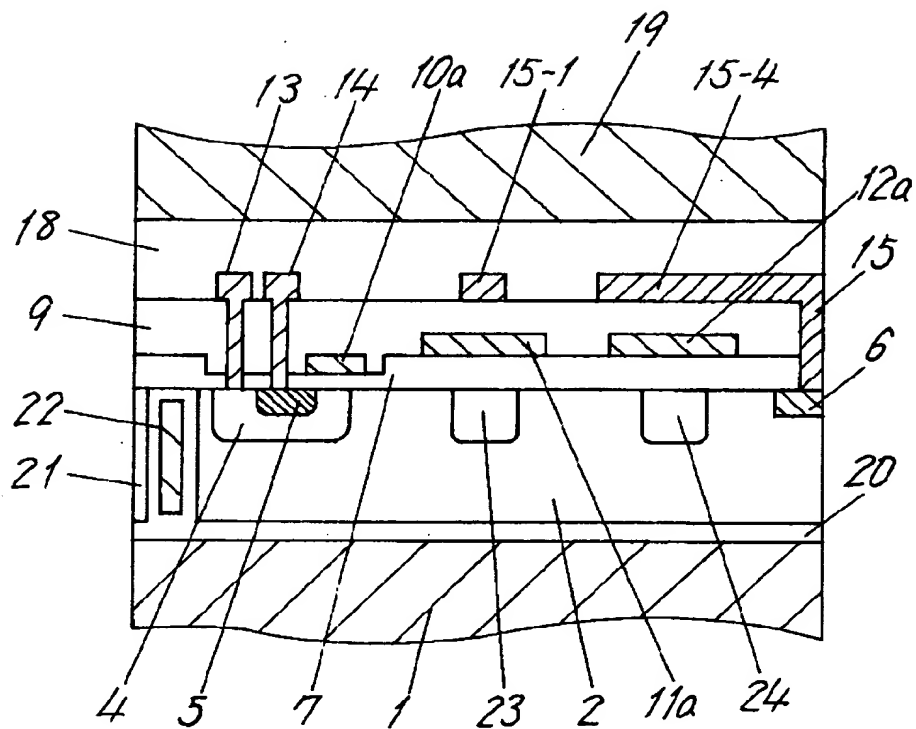
【図 8】



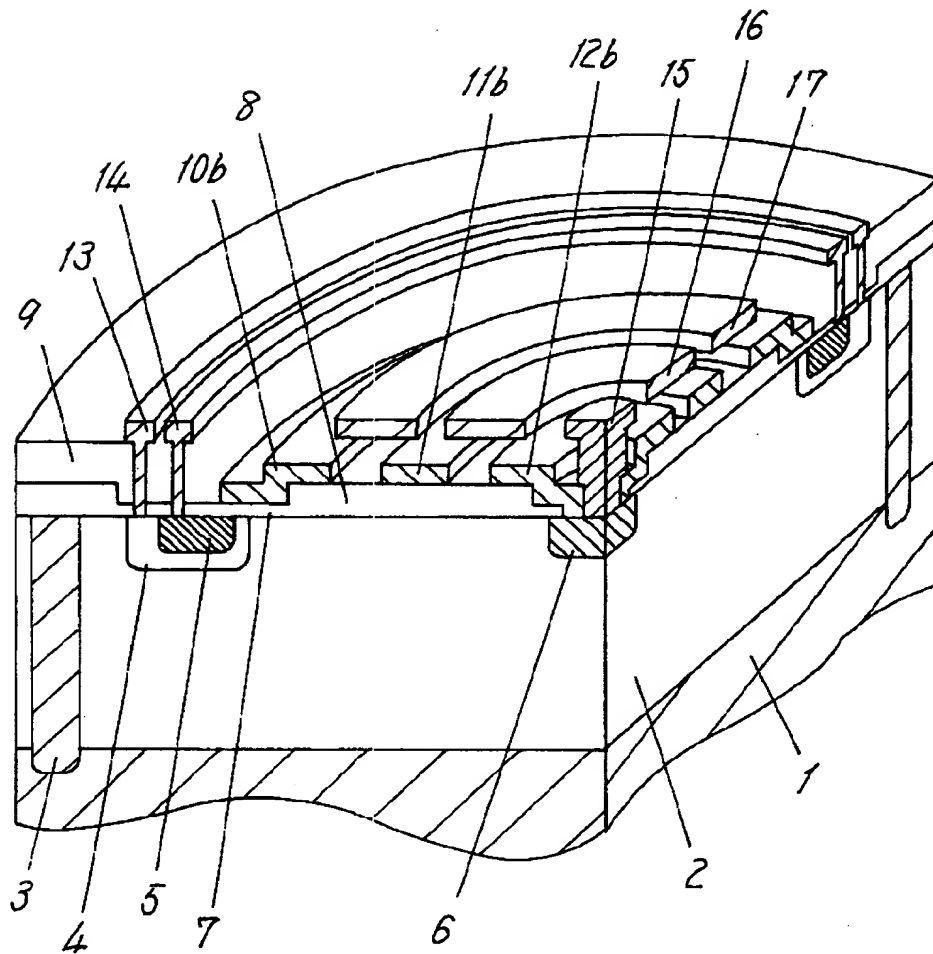
【图 9】



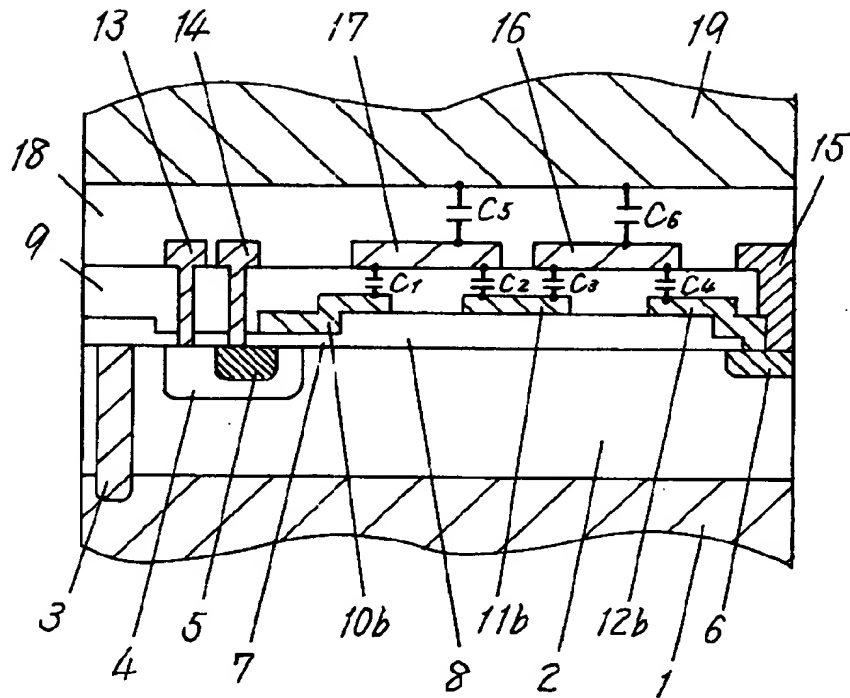
【図10】



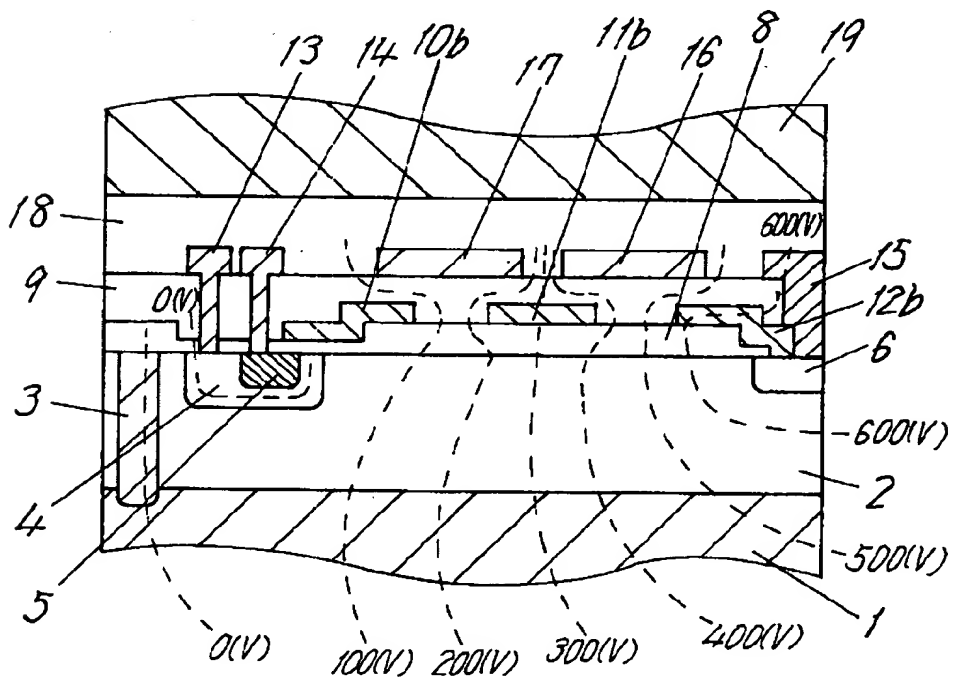
【図 1 1】



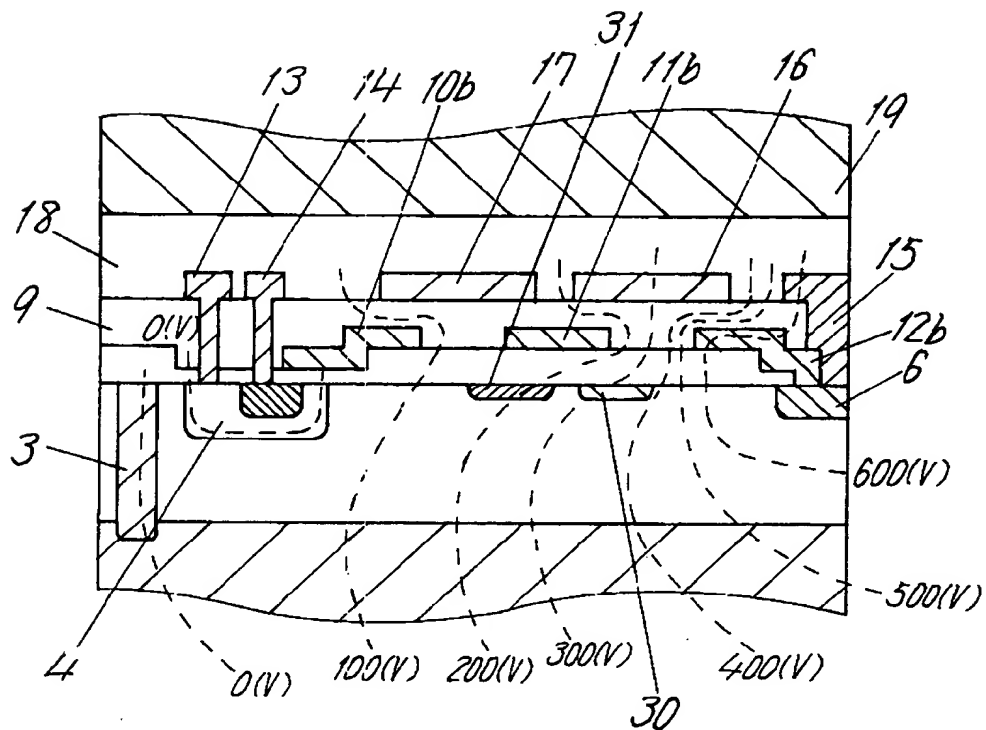
【図 1 2】



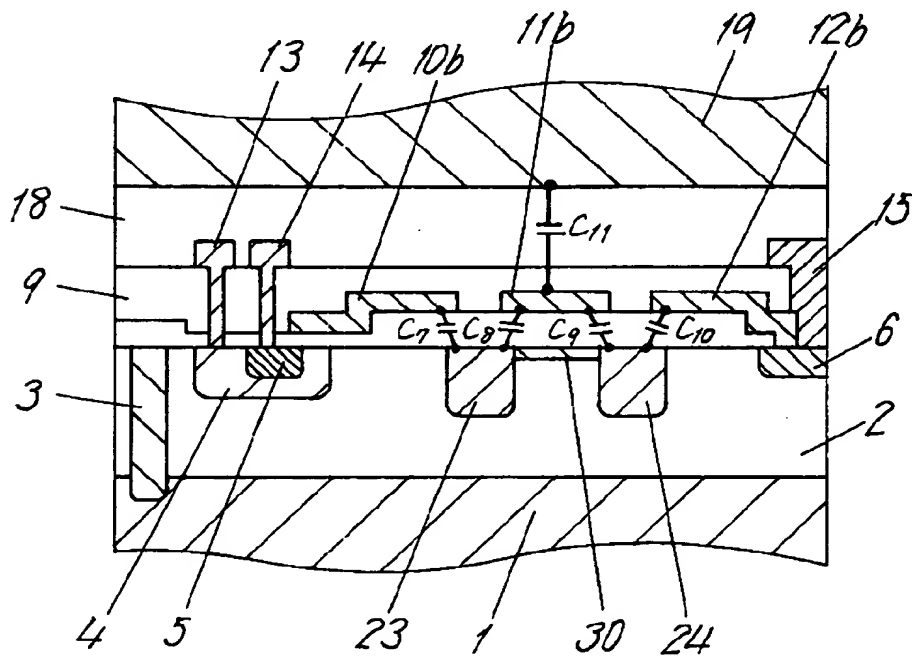
【図 1 3】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温で使用してもドレイン・ソース間の耐圧が劣化しない高信頼性を有する高耐圧半導体装置の提供。

【解決手段】 半導体領域 2 の中央部に円形のドレイン拡散領域 6 を形成し、平面形状がそれと同心円となる円環状のボディ拡散領域 4 を形成し、そのボディ拡散領域 4 内にソース拡散領域 5 を形成し、ドレイン拡散領域 6 と同心円となる円環状のプレート電極 1 1 a, 1 2 a を厚い酸化膜 8 の上に形成し、プレート電極 1 1 a, 1 2 a の上に環状の金属電極 1 5 - 1, 1 5 - 2 を形成する。そして、金属電極 1 5 - 1, 1 5 - 2 をドレイン用金属電極 1 5 と接続し、プレート電極 1 1 a, 1 2 a をフローティング状態で使用する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005843]

1. 変更年月日	1993年 9月 1日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府高槻市幸町1番1号
氏 名	松下電子工業株式会社